

國內外核能新聞

英國知名生態學家與  
台灣資深民主人士對核能的反思

全球暖化的緊急環保課題與核能發展

什麼是「放射性」？



■ 國內新聞	1
國外新聞	2
■ 英國知名生態學家與 台灣資深民主人士對核能的反思	6
	邱賜聰
■ 全球暖化的緊急環保課題與核能發展	9
	翁雅慧譯
■ 什麼是「放射性」？	11
	朱鐵吉



出版單位／中華民國核能學會  
財團法人核能資訊中心  
地 址／新竹市光復路二段一〇一號  
研發大樓208室  
電 話／(03) 5711808  
傳 真／(03) 5725461  
網 址／<http://www.ess.nthu.edu.tw/~nicenter>  
E-mail／[nic@nicenter.twmail.net](mailto:nic@nicenter.twmail.net)  
發行人／朱鐵吉  
編輯委員／鄭安弘、李錦田、林 英、林明雄  
劉宏基、江祥輝、許志楫、開執中  
謝瀛春、丁 幹、閻中原、李三剛  
劉仁賢、翁寶山  
主 編／喻冀平  
文 編／鍾玉娟、翁明琪  
美 編／孫秀琴  
編印者／信誠廣告事業有限公司  
地 址／台北市興安街100號3樓之5

### 編者的話

2月16日京都議定書正式生效，媒體上有關溫室氣體與溫室效應的新聞沸沸湯湯，政府相關單位也急於因應衍生而出的諸多問題。由於地球暖化問題的嚴重性，國際知名專家學者或政治人士咸表憂心，陸續出面呼籲世人應重視能源及環保問題。中華民國核能學會理事邱賜聰先生整合出西方的環保運動科學家拉夫拉克教授與我國的總統府資政邱連輝先生的論點一兩位均對溫室效應所造成的全球氣候變遷問題表達出極大的憂慮，提醒世界各國政府應重新思考核能的開發應用，以協助克服地球暖化的問題。

本期另選刊澳洲UIC的專論，同樣針對全球暖化的緊急環保課題，強調發展核能對抑減二氧化碳的排放有極大助益。本文亦引述拉夫拉克教授的言論，與上文相呼應。他表示核能發電雖存有危險性，但是其所排放的二氧化碳量是相當低微的，加速興建核能電廠是作為因應全球暖化的最佳解決方案。

一般民衆對於放射性物質的特性不很瞭解，因而產生不必要的恐懼。朱鐵吉教授以其多年輻射防護的教學專業，撰寫「什麼是放射性？」以淺明易懂的方式逐一解釋放射性物質的種類、活度、半衰期等問題，可協助讀者釐清放射性≠危險的觀念。





## 國內新聞

News



**據**台電公司表示，核四廠在設計時，已考量防範海嘯、地震等天然災害，並且核能電廠廠址的選定，都是引用美國聯邦核能法規，以及美國核能管制委員會的規定，嚴選廠址。核四廠是座落於耐震較佳的堅硬岩盤，是安全的廠址。

(94.01.06.中央日報)



**兩**年多來全球燃煤、原油價格飆漲，使得各國能源主管部門及電力公司對核能發電的價值重新定位。自2004年初以來，全球電力公司已研議新建53部核能發電機組，裝置容量超過4000萬瓩。就電業經營的成本及供電穩定度考量，核能發電將是本世紀發電的主流。

(94.01.10.自由時報)



**由**於能源短缺，台電正在研擬把國內3座核能電廠使用年限延長20年，這項傳聞引起恆春各界撻伐。

台電核三廠1、2號機發電量各為95萬瓩，服役年限各為40年，其中1號機將於民國113年除役、2號機民國114年除役，由於台電計畫各延役20年，引起地方反彈。

(94.01.11.中國時報)



**盆**花也須要雕塑身材！為使春節應景花卉更亭亭玉立，原子能委員會核能研究所繼利用輻射照射，成功讓水仙花看起來更玲瓏驕豔後，最近又利用輻射照射鬱金香球莖，改善鬱金香因花莖快速抽長，「垂頭喪氣」的缺點，讓花朵看起來更有型。

(94.02.12中國時報)



**時**序推移，又是新春伊始，展望人類

科技發展前景，專家認為有10大趨勢將別具重要性，分別是：網誌族群(WebBlog或Blog)勢力異軍突起、無線傳輸(Wi-Fi)打造真正數位家庭、微軟英特爾(WinTel)共霸結構趨向鬆散、基因醫療科技長足進步、手機瑞士刀(多功能)化、生化辨識及監測設備需求大增、中國開始轉向重視智慧財產權保護、美國加強軍用機器人研發及部署、判讀人類思想的掃描科技作為行銷利器及核能發電再度受到重視。這10大趨勢涵蓋層面甚廣，舉凡個人、家庭、企業、社會、國家、文化、網路、媒體、消費、娛樂、隱私、能源、國家安全等，都在影響範圍之內，因此值得深入探討。

其中核能發電將重新獲得重視，因石油及天然氣價格高漲、無法確保能源供應穩定、天氣劇烈變化衍生潛在威脅等因素交相作用，讓核能發電近來鹹魚翻身，又重新獲得重視。

(94.02.10.工商時報)



**為**因應京都議定書，行政院預訂6月20日及21日召開全國能源會議。對於各界關切的非核家園問題，經濟部長何美玥昨日表示，目前核四仍持續興建，非核家園是各界共識，只是如何、何時實現的問題，這已非經濟部單一部會能夠決定，將由各界在全國能源會議討論。

京都議定書即將於明日生效，面對全球溫室氣體減量的壓力，經濟部官員表示，包括韓國在內，都以提高沒有二氧化碳排放量的核能比例為因應手段之一。但是在台灣，雖然中央研究院長李遠哲曾經表示「非核家園政策目標應延後達成」，但非核家園政策是民進黨的神主牌，據了解，因太敏感了，目前負責全國能源會議幕僚作業的能源局刻意避免非核家園政策問題。

(94.02.15.中國時報)





## 國外新聞

# News

### ◎ 美國民衆支持核能

2004年10月間的一項民意調查（人數：1000）顯示美國民衆由於對能源供應安全性的關心，而對核能的支持度正在增長。有8成的受訪者相信為達到美國電力的需求，核能將扮演重要角色，67%的受訪者支持核能，而60%的受訪者贊成應興建更多的核能發電廠。有2/3自稱為環保人士者支持核能。（UIC Newsletter, Issue #1/2005）

### 美國能源部鼓吹大幅擴張核電

美國能源部長亞伯拉罕（Spencer Abraham）元月14日在國家記者俱樂部舉行的第四代反應器國際論壇（Generation IV International Forum）發表演說，宣稱：「如果不大幅擴張核能發電，就不可能滿足日增的電力需求、並終結污染與溫室氣體排放。」

亞伯拉罕部長指出：「核能提供了其他主要能源形式無法比擬的優點，因為他不會排放任何化石燃料燃燒所產生的汙染物。…」「因為可以為開發中國家提供潔淨而經濟的長期能源、可以幫助工業國家強化能源安全，還可以幫助所有國家對抗最迫切的環境挑戰，核能的優點格外動人。」

「如果沒有核能，事實上只要不能大幅擴展核能，我們就幾乎不可能滿足日益增加的電力需求，而且絕不可能抑減溫室氣體的排放……。」

由於美國多年來沒有新增的核能電廠，能源部已採取具體方案積極擴展核能。其中以研發「第四代反應器」與「核能2010計畫」最受矚目。

「核能2010計畫」的重心有2項：一是結合

民間力量，共同研發核電新技術，並興建新電廠；二是簡化新電廠興建手續，將建廠執照與營運執照合而為一，以縮短建廠時程、降低主要投資風險。（NucNet News No. 09）

### ◎ 美國地方政府同意建造新型反應器

美國阿拉斯加州加利納（Galena）的地方議會最近同意日本東芝公司2010年之前，在境內興建一座新型快滋生反應器。根據協議，東芝負責所有2,500萬美金的建造經費，而加利納則負責維修與營運費用。

這種新型快滋生反應器發電容量為1萬瓩電，以液態鈉冷卻。主要特色包括：採工廠製造後再拖運至現場直接安裝、而且反應器完全密封，裝填燃料後就可以持續營運30年，其間不再需要更換燃料；此外，反應器採自足式安全設計。同時，東芝也設計了發電容量5萬瓩電的放大版，適宜偏遠地區發電之用。（NucNet News in Brief No. 05.02）

### ◎ 美國投下鉅資鼓勵核電

美國能源部下轄能源諮詢委員會（Secretary of Energy Advisory Board, SEAB）的共同主席Richard Meserve建議能源部核能研究諮詢委員會（Nuclear Energy Research Advisory Committee, NERAC），聯邦政府應以非現金激勵或財務協助等方式，至少投入42億美金鉅資來鼓勵新建核能電廠。

這項巨型投資包括36億美金的貸款保證、購電合約、加速折舊或投資與生產稅抵免等非現金激勵方案。還包括以對等投資6億美金方式，用等分成本股份的方案以協助3座第3+代反應器設計上「首先」工程成本的儲備金。目



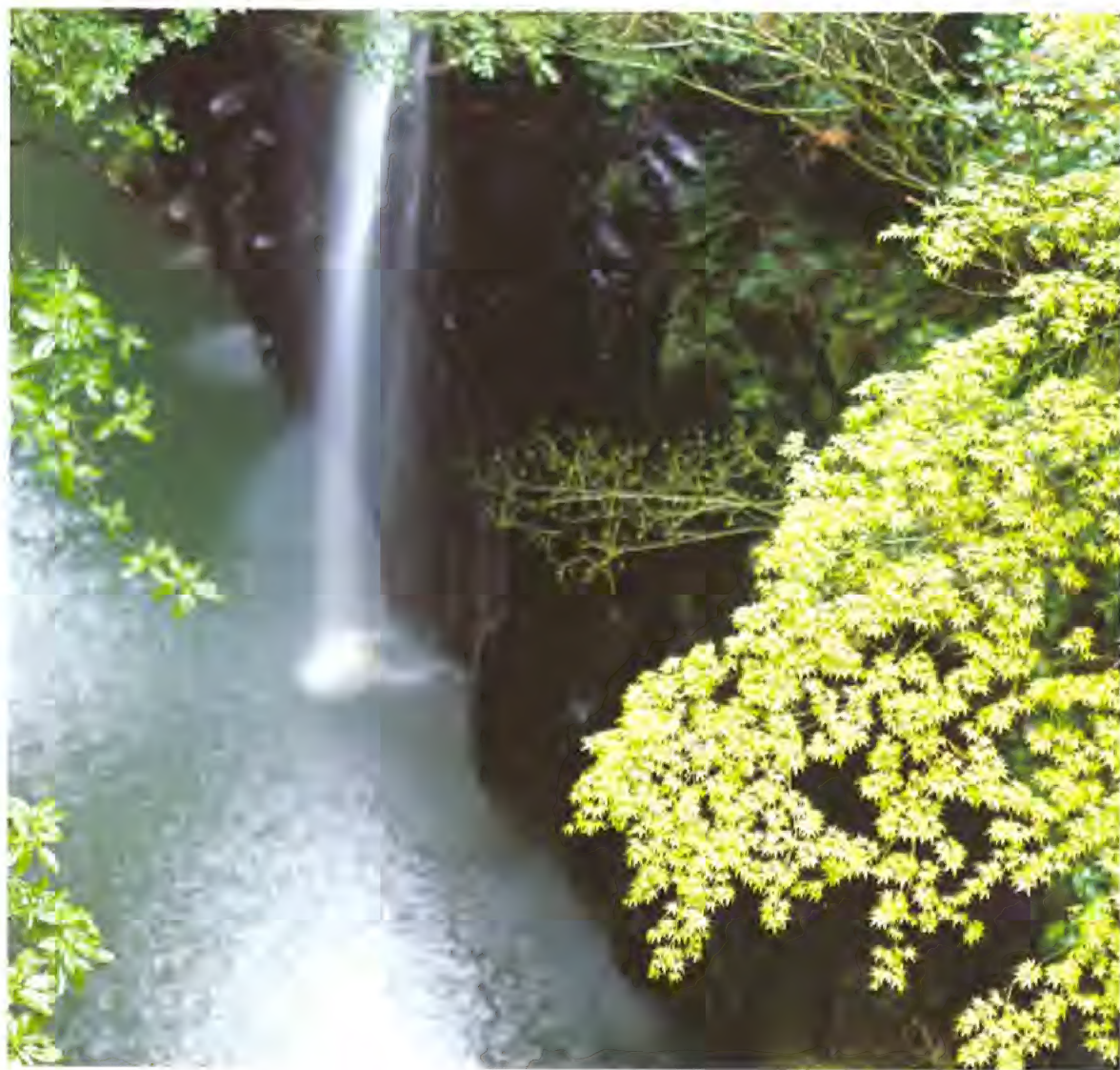
前能源部正詳細評估SEAB這項建議之中。  
(NucNet News in Brief No. 05.03)

### 耗乏鈾歸類為廢棄物

美國核能管制委員會將Urenco-led Louisiana Energy Service (LES) 產生的耗乏鈾歸類為低放射性廢棄物，因此如果LES提出要求，能源部必須接收處置。核管會的此一決定，暗示目前全球120萬公噸的耗乏鈾應該被視為廢棄物或是將來對快中子反應器的一種潛在有價值的能源。(UIC Newsletter, Issue #1/2005)

### ◎英國上議院報告驚爆政府核廢政策

一份來自上議院科學與技術委員會報告，強烈批評英國政府對放射性廢棄物及核能發電的拖延與不適當。該委員會擁有相當多相關的經驗與專門技能，對政府在2004年任命放射性廢棄物管理委員會(CoRWM)的委員時，沒有徵詢其首席科學顧問而感到震驚。CoRWM不包括任何相關技術的專門技能。「總體說來，我們發現CoRWM的授權調查範圍是寬廣的，在某些方面則是十分模糊。我們判斷CoWRM的成員並無能力對政府提供技術方面的建議。」儘管自1976年的一系列報告，政府在廢棄物方面仍然缺乏一前後連貫的政策，對發展此種政策急迫性亦無任何感受。



此份報告的結論：「政府在發展一長期放射性廢棄物管理策略上不允許有任何的延誤，以避免作為延遲核能發電的藉口。因此為了符合長期能源與環境保護目標，必須慎重地將縮小開放給政府選擇的範圍。依舊存在的放射性廢棄物處置的微小不確定性，必須與全球暖化的可怕結果達到平衡。」(UIC Newsletter, Issue #1/2005)

### ◎波蘭核能計畫再度復活

波蘭內閣為了使能源多樣化並降低二氧化碳及硫的排放，決定立即引進核能發電，因此首座電廠可能在2020年後不久便得以開始營運。波蘭在1980年代開始建造4部44萬瓩發電量的俄式機組，但卻在1990年取消建造計畫，機組零件也已出售一空。波蘭的電力大約有95%是來自燃燒煤炭，而目前新的能源政策





的4個版本均與核能有關。(UIC Newsletter, Issue #1/2005)

### 意大利即將重返核能懷抱

「義大利不能錯失核能！」義國首相 Silvio Berlusconi 決定如果在2006年選舉獲勝，將考慮重新投入核能懷抱的可能性。

他相信如果義大利再信奉非核政策，將使該國工業蒙受慘重損失。他明確指出：「一個錯誤的決策（指該國1980年代的非核政策），使得工業界必須多負擔20-30%的成本！」

1987年的公投結果，使義大利走向全球第一個非核國家，但關閉境內核能電廠的結果，使每年必須進口17%的電力；此外，義國也面臨今年生效的京都議定書衝擊，掙扎於溫室氣體排放量的削減。(NucNet News in Brief No. 05.04)

### ◎ 比利時可望同意低放射性廢棄物處置廠設廠

比利時Dessel市議會將於1月27日表決，是否同意該國低放射性廢棄物處置廠設在境內。由於該市19位議員中有11位參與設廠評估工作，一般咸信可望順利同意，並將結果陳報聯邦政府。此外，議會也將討論該國高放射性廢棄物中期貯存的管理事宜，因為這些廢棄物也暫存在該市的Belgoprocess貯存廠。(NucNet News in Brief No. 05.04)

### ◎ 歐洲工業界要求更多的核能發電

歐盟超過20家以上電力公司的首席執行長呼籲政府，依據能源的安全性及環境保護為基礎，使核能發電成為其能源政策的主要部分。他們指出所有低碳和零碳的能源需全面動員－特別是核能與再生能源－並且應該公平競爭。在英國，早在英國政府對風力的倚賴沒有進展時，英國工業同盟的領袖即要求在今後10年內建造6座新核能電廠。關於國家政策方

面，瑞典森林產業也提出了一項類似的呼籲。(UIC Newsletter, Issue #1/2005)

### ◎ 歐盟啟動二氧化碳釋出物貿易

25個歐盟國家中的21個在1月1日啟動了歐盟釋出物貿易計畫(ETS)。成員國的每個主要的工業場所將被分配一份釋出物許可的年度額度，該年度額度可以買賣－2005年的歐盟額度(EUAs)每公噸二氧化碳交易額大約是7歐元。任何公司排放超過其年度額度的部分每公噸將被罰40歐元。此計畫大約涵括了歐盟釋出碳量的一半，分布在5個產業中的12,000個場所：水泥、玻璃、鋼、鐵、紙、紙漿和發電－其中發電業占ETS的55%。

2004年ETS的碳釋出物貿易額約為7千萬歐元，包含超過歐盟年度額度的8百萬歐元。現貨市場將在3月開關。歐盟將在2006年重新檢討此計畫。(UIC Newsletter, Issue #1/2005)

### 2050年日本核能發電比重高達60%

日本原子工業論壇(Japan Atomic Industrial Forum, JAIF)在一篇預測未來日本核能工業發展的專題研究《2050年的核能遠景與路線，2050 Nuclear Vision and Road Map》中估計：2050年，日本核能發電容量將高達90GW，占全國發電比重的60%，是現在比例的2倍。除了核能發電之外，JAIF的報告還預估屆時將有2萬瓩的核能用於產生氫氣，貢獻於最潔淨的氫能源。這份報告是由日本能源政策研究所(Japan Energy Policy Institute)，所長神田啓二教授擔任常務會議主席時所撰寫的。(NucNet News in Brief No. 05.02)

### ◎ 南韓核電再建新猷

南韓工商能源部日前正式核准韓國水力與核電公司(Korea Hydro & Nuclear Power,



KHNP)再興建2座發電量100萬瓩的新電廠。

新古里(Shin-Kori)1、2號機屬於韓國新型標準核能電廠(Korean Standard Nuclear Plant Plus, KSNP+)設計,該型電廠改良自西屋公司的系統80型,由西屋公司提供新電廠的設備、技術與支援,預計2009年完工,總投資額47億美金。(NucNet News in Brief No. 05.03)

### ◎ 印度的核能電廠受到海嘯衝擊

2004年12月26日發生的大海嘯衝擊了位於海岸的Kalpakkam電廠,造成數位人員死亡,其中包括居住於電廠宿舍區的5位原子能源部的官員。當時水位升高進入馬德拉斯核能電廠2號機反應器機組的冷卻水進水口造成其急停,並且使最近才開始建造的快滋生反應器的基礎被淹沒。(馬德拉斯核能電廠1號機反應器原型已於2003年8月因重新整修而關閉。)儘管冷卻水的抽水幫浦嚴重損壞,2號

機已在1月1日檢視後恢復使用。從聖彼得堡裝載的首座反應器壓力容器的運送船,幸運地躲過海嘯,而在1月3日平安抵達Kudankulam核能電廠。(UIC Newsletter, Issue #1/2005)

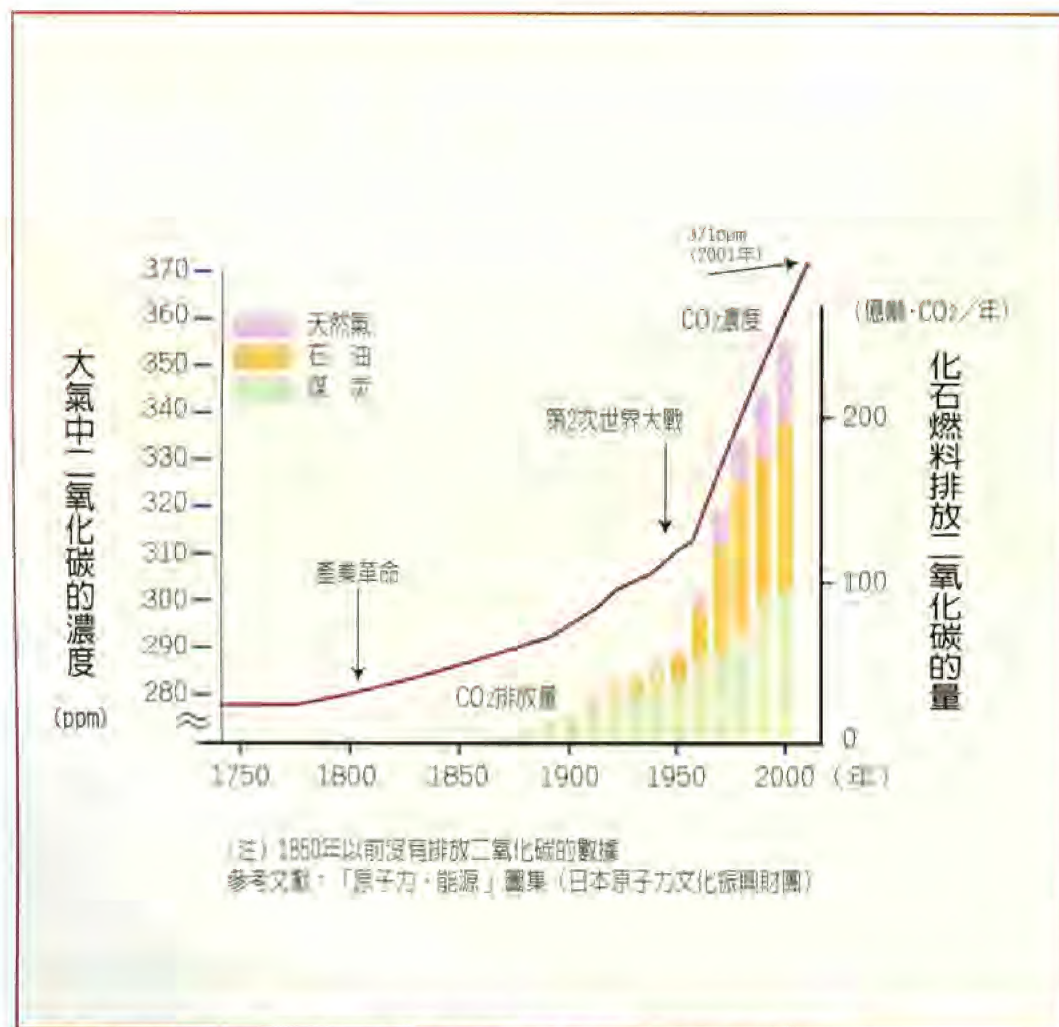
### ◎ 氣候變化致使行動搖擺

京都議定書的第一階段(至2012年)將於2月中旬生效,一些參與在阿根廷布宜諾斯艾利斯舉辦的第10回談判會議的人,期望在2012年後決定與開發中國家有關的行動前開始動作。不過,並未獲得任何進展,而有些觀察家甚至感覺到對立現象的發生,從美國對世界到世界對歐盟。

首先,由中國大陸、印度和巴西為首的開發中國家—其碳釋出物共占全球的1/4,比美國還多—明確地表示他們將不考慮參與任何關於含碳釋出物的討論。接著,義大利表示如果美國和亞洲經濟國不參與,京都議定書將無意義,故不接受超出2012年承諾的約束,而

使得歐盟近乎崩潰。當美國(其碳釋出物占全球的20%以上)同意參加將於2005年5月舉辦的會議,討論2012年以後的各種可能性時,否定了任何具有約束力協議的想法。然而澳洲則對2012年後的協議持肯定的態度。

歐盟對於應用在重工業的碳額度釋出物貿易計畫於1月開始,歐洲經濟體認為歐盟有希望在2010年前達到京都議定書對降低碳釋出物的目標。同時碳釋出物貿易在京都議定書下的清潔發展機制(CDM)市場,相當強勢,每公噸二氧化碳的平均價格約為5歐元,2004年總計約達2億歐元。(UIC Newsletter, Issue #1/2005)



從化石燃料排放二氧化碳的量與大氣中二氧化碳濃度的變化





# 英國知名生態學家與 台灣資深民主人士對核能的反思

詹姆士·拉夫拉克教授：核能是唯一的綠色答案

邱資政連輝：缺乏能源的台灣不能沒有核能

■ 邱賜聰

## 一、前言

全球氣候變暖是世人面臨的最大問題之一，21世紀的人類可能就會經歷地球暖化所帶來的嚴重影響。由於地球暖化問題的嚴重性，國際知名專家學者或政治人士咸表憂心，陸續出面呼籲世人應重視能源及環保問題，其中部分人士也公開呼籲，應重新思考核能的開發應用，以協助克服地球暖化問題。

近來國際間支持重新思考核能、利用核能的聲音不斷出現。英國深具影響力的科學哲學家 and 世界知名的環境運動倡導者拉夫拉克（James Lovelock）教授，於2004年5月在英國重要媒體「獨立報」的頭版頭條發表專文，大聲疾呼地球暖化危機已迫在眉睫，核能是唯一的綠色答案，只有核能才能阻止地球氣候變暖的影響。文章刊出之後，引起國際社會重視。

台灣方面，自2000年核四停建復建風波及2001年宣布非核家園政策之後，有關核能的探討日漸減少，而支持核能的聲音更是微弱，核能在台灣似已日薄西山，一無是處。但可貴的是，仍有諤諤之士秉於科學良知，坦然表達其對核能的看法。例如中研院李院長遠哲認為核能是必要之惡，現階段台灣仍然需要核能；總統府邱資政連輝關心未來台灣能源需求，認為缺乏能源的台灣不能沒有核能。

或世界的問題…真正具有深入思考與遠見的人，一定是有前瞻性與國際觀，能從過去的經驗中，立足於當下的事實，帶領大家往前走。但是目前在我們的社會中，具這種遠見的人並不多。」對於未來全球環保及國家整體能源的問題，包括核能的應用在內，當然也適用這個道理。

關於核能的反思及前瞻，本文謹擇東西方的代表性人士各一位，略予說明並作探討。拉夫拉克教授關心未來地球環保問題，邱資政關心未來台灣的能源需求，兩人對核能的心路歷程及見解，值得國人參考。

## 二、拉夫拉克教授看核能

拉夫拉克教授是國際知名的生態科學家，1919年生於英國倫敦，先後於英國國家醫學研究所、美國國家航空暨太空總署及英美數所大學研究任教。1964年回到英國，擔任海洋生物協會主席，皇家學會成員，立志成為獨立專職的科學家，不受外在約束。70年代，他提出深具挑戰性的地球女神理論〔或稱蓋亞理論（Gaia Theory）〕，國際聲名大噪，有人稱其為當代的達爾文。拉夫拉克教授晚年在英國自己建立的實驗室繼續從事研究工作，非常關心地球暖化問題。

聖嚴法師曾說過：「對於未來整個社會

2004年5月24日英國「獨立報」以頭版





蓋亞女神

頭條新聞，大幅刊出拉夫拉克教授的專文，標題為「核能是唯一的綠色答案」。拉夫拉克教授於文中大聲疾呼，文明社會正面臨危機，我們沒有時間去試驗設想中的能源，目前只有核能可以阻止全球氣候變暖的威脅。文章刊出之後，引起國際社會重視，認其為喚醒世人之作。文章之要點摘述如下：

- 氣候變遷是目前人類面臨的最重要問題。聯合國政府間氣候變遷論壇的科學家們預測，到2100年時地球的溫度將上升攝氏2到6度。
- 2003年夏天的歐洲熱浪，造成約2萬人喪生。一些情況顯示，地球變暖的速度比以往估計的還嚴重。
- 全球人口已經高達60億，還在增加之中。人類不能繼續不停地從化石燃料中取得能源，太陽能、風力、水力、潮汐等再生能源，目前還無法及時提供充分的能源。
- 再生能源為環保人士所喜愛，但不足挑起大樑。文明社會正面臨危機，已經沒有時間去試驗以再生能源替代化石能源。

- 核能自1952年開始應用以來，已被證明是最安全的能源。核能不會產生二氧化碳，用核能替代化石能源可以延緩地球暖化。
- 核能是安全便利的能源。目前也只有核可以大量產生能源，而不會造成全球暖化的後果。
- 全球暖化的後果，可能造成人類死的更多更快。比起熱浪致死或沿海城市淹沒的危險性，核能的威脅相當微小。
- 綠色和平人士對核能的非理性恐懼，是來自好萊塢式的虛構，這些恐懼是沒有根據的。只可惜社會大眾往往被綠色人士誤導，而不信真正專家的見解。身為綠色人士，我懇求這些朋友們能夠改變對核能的排斥。

拉夫拉克教授最著名的蓋亞理論，係以古希臘神話中的地球女神Gaia命名，認為整個地球是個能自我調節的大型生態系統。這個理論認為地球是一個有機體，它的物質環境是作為整體的、相互關聯的系統而進化的，從這個系統中產生出氣候及化學組成的穩定調節，使這個有機整體維持在適合現有生物生存的狀態。他指出環境在一方面是為迎合生命的需求而製造，而另一方面生物也會對環境作出適應。可以說，地球是一個有生命的行星，是自我維持、自我更新及自我創造的。

### 三、邱資政連輝看核能

邱資政連輝出生於1932年，中興大學法律系畢業，曾任鄉長、縣議員、省議員、屏東縣長(核三廠所在地)、立法委員、國策顧問，現任總統府資政。邱資政是台灣民主運動的前輩之一，曾經反對台灣興建核能電廠，其後轉而支持發展核能。

台灣省諮議會於92年完成「邱連輝先生



訪談錄」，書中詳述邱資政由反對核能轉而支持核能的心路歷程，也言及對非核家園、核四停建以及核四公投的看法。謹摘述其內容要點如下：

- 在民進黨還沒有成立之前，我就是黨外的反核健將，也是非核家園理念的先行者。
- 我對核能的想法不同於民進黨反核的基本教義人士。我從早期的反核，到現在的擁核，其實是有一段心路歷程的。
- 在日本，擺在眼前的現實問題是經濟發展和生活水準的提升，如果因為廢棄核能電廠而找不到更好的替代能源來穩定地供應社會需求，從而導致經濟發展停滯和生活水準降低的話，必定引發社會的動盪不安，這是任何執政者都應該三思的問題。
- 在參觀考察日本核能電廠之後，我對核能電廠的看法有很大的轉變，轉而支持核能電廠的興建。只要有完善的管理制度和訓練有素的實務人才，就不必擔心核能電廠會出事。
- 在當縣長的時候，曾實地深入核三廠作考察。對核能發電的錯誤看法，造成人云亦云是最要不得的。核三廠的第一線操作人員，其敬業精神是了不起的。
- 核能發電並非一無是處。台灣是個能源貧乏的國家，要提高生活品質必然需要充沛的能源。目前除了核能之外，究竟有何方案足以替代現有的3座核能電廠。
- 核四工程已進行到現在的地步再來談公投，甚至辦公投，都是非常不恰當的。基本上，我個人是非常不贊成核四公投。
- 我要清楚地強調，為30年後整個台灣的發展，核四廠應該繼續興建完成。我對台灣核能電廠工程師有高度的信心。

#### 四、感言

核能是高科技產物，社會大眾不易深入

了解，心理上難免會有不安心的感覺，這是可以理解的。但原先不認同核能的人，在進一步了解或實際接觸之後，轉而接受核能科技，這也是相當自然的。

拉夫拉克教授與邱資政二人，以宏觀角度反思核能問題。前者關心未來地球環保，強調只有核能可以延緩地球暖化所帶來的災害；後者關心未來台灣能源需求，認為缺乏能源的台灣不能沒有核能。二人的心路歷程近似，均是深入問題之後轉而支持核能。

拉夫拉克教授與邱資政二人，也都認同核能科技的成熟度，對核能安全具有信心。前者認為對核能的恐懼是不理性、是誇張的，敦促綠色人士改變其一昧反對的立場；後者則認為對核能發電的錯誤看法，人云亦云是最要不得的，也建議民進黨的非核家園黨綱不是不能修改。兩位均以天下、以國家之憂而憂，言所當言，令人欽佩。

國際競爭十分嚴酷，也非常現實，競爭落敗而導致人民出走海外謀生的其他國家的慘痛經驗，值得警惕。當前的挑戰是，台灣要有國際競爭力才能永續發展，台灣的經濟發展需要穩定的能源，而台灣卻非常缺乏自產能源。尤其京都議定書已經生效，如何尋求一個可以替代石油、煤碳、天然氣等的潔淨無碳能源，值得各方人士探討。

「眾裡尋他千百度，驀然回首，那人卻在，燈火闌珊處」，南宋名將文人辛棄疾在其「青玉案」詞裡，寫下了傳世久遠的名句。轉換時空背景，今日在追尋台灣潔淨能源的過程裡，何妨也停下腳步回頭望望，傾聽一下拉夫拉克教授及邱資政的聲音。也許，潔淨能源的答案並不遠，就在你我的眼前！

（本文作者為中華民國核能學會理事）





## 全球暖化的緊急環保課題 與核能發展

■ 翁雅慧譯

在最近幾個月內兩位具權威性的環境學家公開聲稱，目前是急迫發展大規模核能的時候，目的在於緩和全球的暖化情況。

這兩個人，數十年來一直為環境與生態健康持續不斷地關心，最後卻與綠色運動保持距離，而現今在能源爭論上的綠色運動已訴諸於大規模的民粹。其中一位是氣候學專門領域中的聞名科學家；另一個是教士兼神學家，且擔任英國地球之友董事達20年之久。

拉夫拉克（James Lovelock）教授以來自「自然平衡」理念的蓋亞（Gaia）假說創始人著稱。蓋亞假說描述地球與大氣—有機體與其物質環境—為一個具有複雜氣候與化學變化以維持生命狀態的自動調整系統。這個理論包括人類應順應自然，在假說逐步成形的過程當中，已經獲得顯著科學論證的支持。

拉夫拉克教授認為目前急需對造成溫室效應的氣體釋出設限，並指出2003年夏天北歐2萬人死亡是加速全球暖化的證據。他認為目前我們大氣中二氧化碳的量即將達到使暖化變得不可逆而整個文明受到威脅的一個「最高點」。自然過程最終會將情勢改正，但是其過程可能需耗費數千年的時間表。「任何時候總是有人類在孕育著，但是文明就脆弱多了，我並不想回到另一個一切都得重新開始的石器時代」。

不過，「絕望是完全錯誤的態度」。與其選擇「與地球蓋亞這麼一個強而有力的敵人對抗」，不如採取緊急措施。

蒙特菲奧（Hugh Monerfiore）主教30年來一直是英國國教中一個直言不諱的環境學家。1978-87年他在伯明罕擔任主教。在10月間他曾寫過「全球暖化的危機比地球所面對的其他危機都來得嚴重…身為一名神學家，我相信我有責任保護我們居住星球未來的完整」。在這個觀點下，「我已得出在這種情況下，需要多利用核能的結論」。接著他參考英國政府削減60%二氧化碳的目標，列出再生能源無法達到這個目標的原因。

「核能提供一個可靠、安全以及幾近無形式限制的無污染能源。政府沒有選擇核能的真正的原因，在於媒體曾刊載有關核災的可怕故事以及有力的環保組織的抵制，使得核能發電無法得到公眾的認可。但是其中大多數（亦可說是全部）的反對理由是無法經得起客觀的評估」。他討論核能廢棄物後，得到「會對子孫造成最小的風險」的結論。

「發展核能的利益遠超過任何反對核能的理由，而我也看不出要達到符合世界上的需要，除了使用核能之外，有其他任何可行的方法。全世界的科學家均預言如不設法降低二氧化碳的排放量，未來是可怕的，全球暖化的結果，將是一個大災難。這是我相信目前必須考





慮核能的原因。因為這個議題是如此的重要，應該成為告知公眾的辯論課題」。

拉夫拉克教授支持核能多年，由於目前氣候的轉變，增加了其迫切性，但是政府的回應相當緩慢，所以現在他對於核能代替石化燃料作為全世界發電能源的需要更加直言不諱，認為大多數國家需要將其核能發電比例增加為20-50%。「我認為必須採取一個嚴格的方式」避免時間的延遲並克服異議，以便加速建造新的核能電廠。「核能是有其危險性存在，但如果與任由地球暖化發生而產生的危

險相較，是微不足道的」。他特別針對目前有關攻擊放射性廢棄物的說法，其為「完全是子虛烏有的事」。

當被問到要如何說服環保團體，他說：「他們會聽我說，但不會採取行動」。這是「因為綠色運動也涉及政治，它取決其支持者的認知。我並不需要說服那些綠色運動的領導者，而是必須得到廣泛民眾的瞭解，這也就是需要媒體參與的原因」。

(本文取材自UIC Newsletter Issue #6/2004)

## 溫室氣體與溫室效應

在大氣中有些含量十分微小，卻會對氣候造成相當程度影響的氣體，這些氣體擅長吸收長波輻射、但不喜歡吸收短波輻射。它們會允許約50%太陽輻射能量穿過地球大氣，這些能量會被地表吸收；地表在吸收這些能量後，本身會放出長波輻射。但這些由地表或大氣放出的長波輻射，卻會被剛才提到的那些氣體攔截，並且再將之放射出來，使得地表及對流層溫度升高。

在夜晚，這些氣體繼續放射長波輻射，地表就不會由於

因為缺乏太陽的加熱而變得太冷。這影響就好像是在養花溫室的暖化作用，因此我們叫這些氣體為「溫室氣體」，它們的影響則稱為「溫室效應」。

溫室氣體包括了最常聽到的二氧化碳( $\text{CO}_2$ )及氧化亞氮( $\text{N}_2\text{O}$ )、甲烷( $\text{CH}_4$ )、氟氯碳化物(CFC)等。溫室效應自古就有，而且也出現在金星等其他行星上；溫室氣體的存在不但暖化地表，也降低了日夜溫差。

溫室氣體的另一個特性是

它們在大氣中的生命期相當長，二氧化碳為50—200年，甲烷12—17年，氧化亞氮為120年，CFC—12為102年。這些氣體一旦進入大氣，幾乎無法回收，只有靠自然的過程讓它們逐漸消失。

由於它們的長生命期，溫室氣體的影響是長久的而且是全球性的。即使人類立刻停止排放所有的人造溫室氣體，從工業革命之後累積下來的溫室氣體仍將繼續影響地球的氣候。





## 什麼是「放射性」？

■ 朱鐵吉

**問、放射性是什麼？**

答、簡單地說，放射性是放射出輻射的性質或能力。因此，具有放射性的物質，即會放射出輻射。正確的說法是把具有放射性的物質稱為放射性物質。但是一般會把放射性物質簡稱為放射性。其實放射性一詞原本是用來表示物理的性質，但是不知何時變成了表示物質的術語。由於長期將這些術語混亂的使用，導致很多人都習慣的認為放射性等於放射性物質。

我國法規上的定義如下：放射性指核種自發衰變時釋出游離輻射的現象。放射性物質則指可經由自發性核變化釋出游離輻射的物質。因此，放射性是一種放射的現象。

**問、什麼地方有放射性物質，種類有多少？**

答、到處都有放射性物質。遠古以來自然界就有氚（ $^3\text{H}$ ，氫為 $^1\text{H}$ ），碳14（ $^{14}\text{C}$ ，普通碳為 $^{12}\text{C}$ ），鉀40（ $^{40}\text{K}$ ），氡222（ $^{222}\text{Rn}$ ），鐳226（ $^{226}\text{Ra}$ ），釷232（ $^{232}\text{Th}$ ），鈾238（ $^{238}\text{U}$ ）等約70種放射性物質。這些稱為天然放射性物質。

其中，鉀、鐳、釷、鈾等廣泛分布於地殼中，氚和碳14，氫等存在於空氣中。此外，這些物質也溶於雨水、地下水、河水和海水中等。在海水中，每1立方公尺含有3毫克（=3ppb）鈾；全部海水中鈾的總量達46億噸。在地殼中埋藏著大量的放射性物質，是在地球形成時生成的。地熱就是由這些放射性物質所放出輻射的能量轉化成的熱能；溫泉水中含有鐳和氫就是其例證。無論輻射能量多大，

最後都轉化為熱能。空氣、土壤和水中所含的放射性物質亦會被動、植物攝入到體內，因此我們的食物和飲料中也含有放射性物質。我們周圍的某些家具和建築物也不例外地含有微量的放射性物質。我們的體內，經由食物攝取了多種放射性物質，其中攝入鉀40特別多。

除上述的天然放射性物質外，利用加速器或核子反應器等裝置，以人工生產的稱為人造放射性物質，如鈷60（ $^{60}\text{Co}$ ）、銻90（ $^{90}\text{Sr}$ ）和銫137（ $^{137}\text{Cs}$ ）等，目前為止已達2000種以上。

人造放射性物質在醫、農、理工與生物學領域中應用廣泛。例如：鈷60在各方面均大量地使用；微量的鉅147（ $^{147}\text{Pm}$ ）可用在夜光塗料，如字盤的光源。

不論是天然或人造的，在我們體內都有微量的放射性物質存在，在空氣、水和土壤中也如此。這些放射性物質經常地放出輻射，所以我們的周圍不僅有像x射線那樣的人造輻射，還有來自放射性物質的輻射及宇宙射線。

**問、放射性的活度是怎麼回事？**

答、放射性的活度為放射性物質在1秒鐘之內放射出的輻射（ $\alpha$ 射線、 $\beta$ 射線、 $\gamma$ 射線）數目，也就是次數。放射性物質的量多，則每秒鐘從放射性物質放出的輻射個數當然也多。但是，同樣是1克的放射性物質，因種類不同每秒鐘放射出的輻射（輻射的放射率）也就不





同。換言之，輻射的放射率是由放射性物質的種類決定的。

例如1克鐳226在1秒鐘內約放射出 $3.7 \times 10^{10}$ 個輻射。1克鈷60在1秒鐘內放射的輻射數目約為上述數字的1000倍，達到 $4.2 \times 10^{13}$ 個。與此相反，1克鈾238相當於300萬分之1克鐳放出的輻射數目，為 $1.2 \times 10^4$ 個。可見，放射性活度不僅與放射性物質的量有關，而且與其種類也有關。

放射性物質的量與普通物質的量都可只用「克」或「公斤」表示，但用1秒鐘內放出的輻射的量，即用放射性活度來表示時，則這種方法比較便利。放射性活度的單位是貝克(Bq)。貝克為個數/秒，即指放射性物質的活度為1貝克時表示它1秒鐘內放射出1個輻射；同時也意味著1秒鐘能放射出1個輻射的那樣的放射性物質的量。

除了貝克外，放射性活度的單位還有一個常用單位稱為居里(Ci)，它是以1克鐳1秒鐘內放射出的輻射的個數(370億個)為尺度的單位。因此，如果某放射性物質1秒鐘內放射出370億個輻射，那麼它的放射性活度就是1居里。換言之，1居里的放射性物質與其種類和質量無關，都是1秒鐘內放射出370億個輻射。貝克(Bq)與居里(Ci)作為放射性活度的單位的同時，也是以放射性活度來測定放射性物質的量的單位。居里與貝克之間的換算係數是1居里(Ci) =  $3.7 \times 10^{10}$ 貝克(Bq)居里是舊單位，逐漸為新單位貝克所取代。

放射性活度也常簡單的稱為活度。1克

鐳的活度就是1居里。與此相應，約1毫克(mg)的鈷60相當於1居里(1克的鈷60為1000居里)。約3噸的鈾238才相當於1居里。大家可能會感到不可思議，都是質量為1克，鐳的活度為鈾238的300萬倍。

問、放射性半衰期是怎麼回事？

答、放射性活度與人的青春一樣，不是永駐青春而不變的，如圖1所示，放射性活度隨時間而逐漸減弱。例如，現在一個活度為100貝克的鈷60射源，5.27年後活度降到50貝克，輻射的放射率減少到一半。再過5.27年，活度降到25貝克。於是我們把活度降低到原來一半所經的時間稱為半衰期。按這個定義，鈷60的半衰期就是5.27年。

與動物的平均壽命相比來考慮，我們對半衰期的意思就容易瞭解了。動物的平均壽命依物種而異，我們的平均壽命約為80年，意味著同年生的同年齡的人經過80年後大約還有一半人活著。放射性物質的半衰期也因種類而有很大差別，有的不到1秒，也有像碲128( $^{128}\text{Te}$ )為 $1.5 \times 10^{24}$ 年，而鐳的半衰期為1600年。

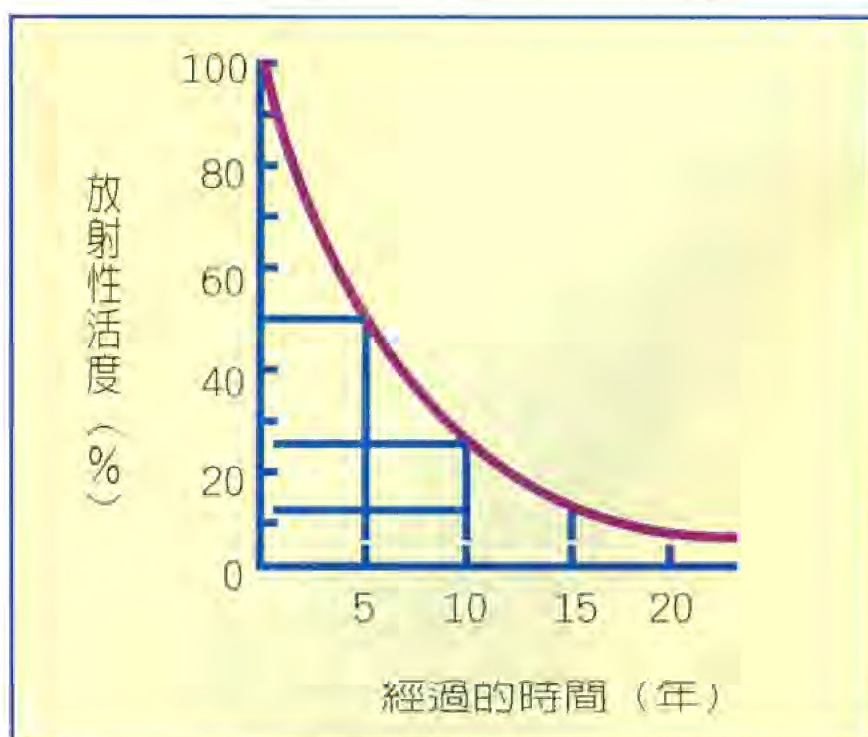


圖1.放射性衰減的情況



表1.每 $3.7 \times 10^{10}$  Bq (1 Ci) 的質量與半衰期的關係

放射性物質	每1 Ci的質量	半衰期
$^{131}\text{I}$ (碘131)	0081 mg	8.05天
$^{60}\text{Co}$ (鈷60)	0.87 mg	5.27天
$^{137}\text{Cs}$ (銫137)	11 mg	30年
$^{226}\text{R}$ (鐳226)	1 g	1600年
$^{235}\text{U}$ (鈾235)	470 kg	$7.038 \times 10^8$ 年
$^{238}\text{U}$ (鈾238)	3000 kg	$4.5 \times 10^9$ 年

$\alpha$  射線、 $\beta$  射線和  $\gamma$  射線是從組成放射性物質的原子(核)放射出來的，某個原子一旦放出輻射，就失去了放射性而「死」了，不再第二次放出輻射。這一點與蜜蜂一生只能螫一次很相似。由於組成放射性物質的原子的數量是有限的，而「死亡」的原子數隨時間而增加；反之，「還活著」的原子數目逐步在減少。輻射的放射率也就是，放射性活度隨時間而逐步減低也是這個道理。

如前所述，同為1克的放射性物質，其輻射的放射率因核種而異。輻射放射率大的放射性物質，「還活著」的原子的數量在短時間內就減少一半。所以，輻射放射率大的放射性物質，其半衰期就短。半衰期短的放射性物質，其活度就大，反過來說，在短時間內，活度就變少。

表1列出代表性的放射性物質活度相當於 $3.7 \times 10^{10}$  Bq時的質量以及與半衰期的關係。鈾238的放射性活度非常弱，因其半衰期極長，與地球的年齡相當。

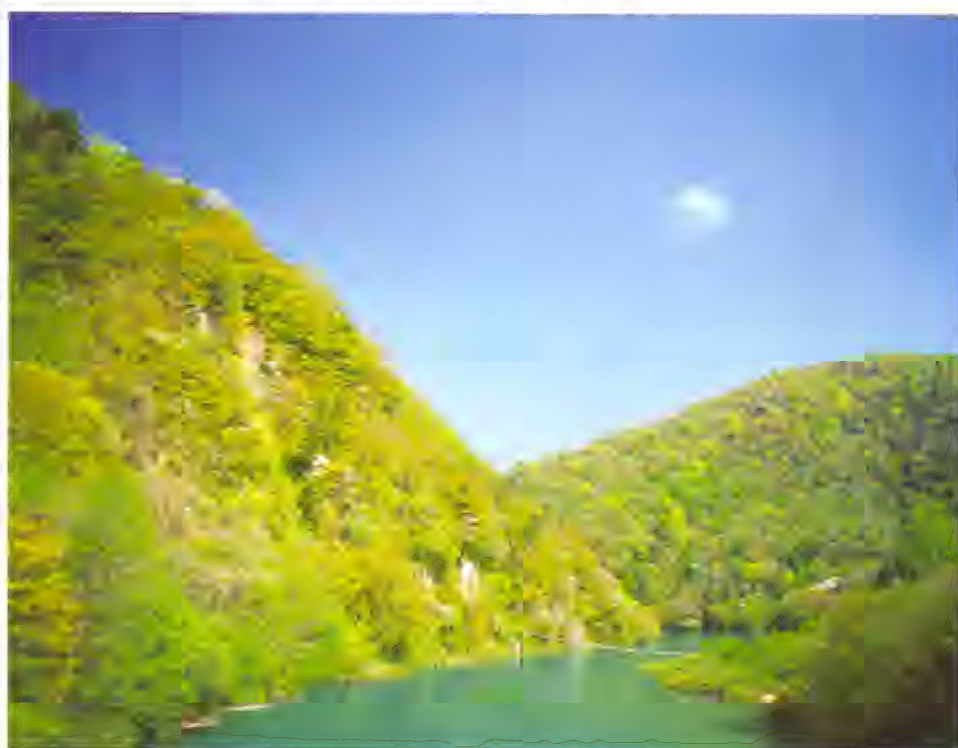
問、放射性活度與輻射強度有什麼關係？

答、兩者的關係很大，它相當於光源的亮度與照度〔以勒克司(lux)為單位，即米燭光〕的關係。放射性物質的量越多(放射性活度大)，測量點與放射性物質之間的距離越短、則該點輻射的強度就越大。因此，即使放射性活度很強，只要離它較遠，輻射強度也會變弱。這一點跟地震震級與強度之間的關係很相似。

例如：距離1 Ci的鐳226的輻射源1公尺處的輻射強度為0.01 Gy/h或0.01 Sv/h。所以，如在該處停留1小時就會受到0.01 Sv的劑量。

用鉛或混凝土等高密度的物質來屏蔽輻射，輻射就會減弱。這與建築物中電磁波被減弱導致收音機聽不清的現象或者光被屏幕遮擋而減弱的情況相似。放射性物質通常被放置於鉛製的厚容器中加以保管，這與放射科的醫生或者放射診斷治療的技術人員們身上穿鉛圍裙的道理是一樣的。(待續)

(本文作者為元培科學技術學院教授)







在法國南部佛朗索（Valensole）田野中綻放的紫薰香。（法國COGEMA公司提供）